



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 27 54 231 C 1

⑤① Int. Cl.⁵:
B 22 D 15/02

②① Aktenzeichen: P 27 54 231.0-24
②② Anmeldetag: 6. 12. 77
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Ausgabetag der Schrift: 20. 1. 94

DE 27 54 231 C 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
17.12.76 GB 50907

⑦③ Patentinhaber:
Rolls-Royce plc, London, GB

⑦④ Vertreter:
Koch, G., Dipl.-Ing.; Haibach, T., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Feldkamp, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte,
80339 München

⑦② Erfinder:
Sadler, John Henry Roy, Aston-on-Trent, Derby, GB;
Close, Barn, Aston-on-Trent, Derby, GB; Gale,
Anthony George, Nottingham, GB

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
NICHTS ERMITTELT

⑤④ Verfahren zur Herstellung hohler Gußkörper, insbesondere Hohl-schaufeln für Gasturbinenstrahltriebwerke

DE 27 54 231 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Gußkörpern, insbesondere von Hohl-schaufeln für Gasturbinenstrahltriebwerke.

Bisher wurden Verfahren unter Zuhilfenahme einer verlorenen Wachsforn benutzt, um derartige Hohlkörper herzustellen. Ein solches Verfahren besteht kurz gesagt darin, ein Wachsmo-
 5 del herzustellen, dessen Form allgemein der Endform des herzustellenden Gegenstandes entspricht und in dem Keramikkerne eingesetzt werden, die die Hohlräume des fertigen Gegenstandes bilden. Das Wachsmo-
 10 del wird im Tauchverfahren überzogen und verputzt, um eine aus Keramik bestehende Form um das Wachsmo-
 15 del herum zu bilden und dann wird das Wachs ausgeschmolzen und das Keramikmaterial wird gebrannt, um eine Form zu schaffen, in die das Metall in den Raum eingegossen wird, der vorher vom Wachs eingenommen war. Die Form und die Kerne werden dann chemisch oder mechanisch entfernt, um den gewünschten Gußkörper freizulegen.

Bei der Herstellung dünnwandiger Artikel besitzt dieses Verfahren gewisse Nachteile. So ist es schwierig, die Keramikkerne genau im Wachsmo-
 20 del zu plazieren, und eine auch nur geringfügige Ungenauigkeit bei der Anordnung der Kerne kann dazu führen, daß die Dicke der Wand so unterschiedlich gegenüber der geforderten Wanddicke wird, daß der sich ergebende Gußkörper nur Schrott ergibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Herstellungsverfahren zu schaffen, bei welchem die Form einstückig aus homogenem Keramikmaterial besteht, wobei die Probleme der Fixierung der Kerne vermieden sind.

Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Duplikat des herzustellenden Gußkörpers in entfernbar Material hergestellt wird, daß im Spritzgußverfahren um das Duplikat herum und in dieses hinein ein Keramikmaterial im flüssigen Zustand eingespritzt wird, daß man das Keramikmaterial erstarren läßt, daß das entfernbare Duplikat aus der erstarrten Keramikform entfernt wird und einen Hohlraum beläßt, daß dieser Hohlraum mit geschmolzenem Metall ausgegossen wird, daß man dieses Metall erstarren läßt und daß der Keramikkörper von dem gegossenen Gegenstand entfernt wird.

Das entfernbare Duplikat wird vorzugsweise durch ein Spritzgußverfahren hergestellt und es kann eine mehrstückige Gestalt aufweisen, die anschließend verbunden wird. Wenn thermoplastisches Material benutzt wird, können die getrennten Teile miteinander verklebt oder verschweißt werden.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung an Hand der Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 bis 5 schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Herstellungsstufen des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens.

Die Zeichnung veranschaulicht die Erfindung an Hand eines Verfahrens zur Herstellung eines hohlen stromlinienförmigen Arbeitsteils einer Schaufel für ein Gasturbinenstrahltriebwerk. Gemäß Fig. 1 wird zunächst ein Duplikat der gewünschten Form in entfern-
 60 barem Material hergestellt. Es gibt mehrere Möglichkeiten der Wahl eines solchen Materials, welches fest genug sein muß, um während der Herstellung keinen Verzerrungen unterworfen zu werden und es muß außerdem gewisse Charakteristiken aufweisen, die die

Entfernung dieses Duplikates aus der Keramikform ermöglichen. Unter den benutzbaren Materialien sind feste Wachse oder thermoplastisches Kunstharz zu nennen. Die erste Stufe des Verfahrens besteht darin, das
 5 gewählte Material zwecks Erzeugung des Duplikates in eine Form einzuspritzen. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, werden in diesem Falle zwei Spritzgußstücke hergestellt. Eine geteilte Form mit den Formteilen 10 und 11 ergibt den Formkörper 12 für die konvexe Flanke des Schaufelabschnittes, während zwei ähnliche Formhälften 13 und 14 zwischen sich die konkave Flanke 15 bilden. Das Herstellungsverfahren, welches in Verbindung mit diesen Formhälften benutzt wird, ist eine übliche Spritz-
 10 gußtechnik, d. h. die Formteile werden zusammengehalten und es wird flüssiges bzw. bildsames thermoplastisches Material unter Druck in den Raum zwischen den Formhälften eingespritzt und das Material wird abgekühlt, um eine Härtung herbeizuführen.

Wenn an Stelle des thermoplastischen Materials ein Wachs benutzt würde, dann ergibt sich ein ähnliches Verfahren, aber im Falle der Benutzung eines duroplastischen Materials müßte die Form erhitzt werden. Dann werden die Formhälften getrennt, so daß die Schaufelflanken 12 und 15 freigelegt werden. Es ist da-
 25 bei wichtig, daß diese entfernbaren Formteile genau gearbeitet sind, damit der Gußkörper eine hohe Formgenauigkeit besitzt, und es kann erforderlich sein, eine sehr genaue Temperatursteuerung der Formhälften und beim Spritzvorgang vorzunehmen.

Nachdem einmal die beiden Flanken hergestellt sind, werden sie miteinander so verbunden, daß sie die stromlinienförmige Gestalt gemäß Fig. 2 aufweisen. Je nach dem für die Flanken gewählten Material können mehrere unterschiedliche Verfahren benutzt werden, um die beiden Stücke miteinander zu verbinden. So kann beispielsweise eine Ultraschallverschweißung oder eine Verklebung mit Hilfe eines Lösungsmittels benutzt werden.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß kleine Löcher 16, die beim Spritzverfahren erzeugt wurden, mit Silikaröhrchen 17 entsprechender Größe versehen sind. Falls erforderlich, können diese Teile auch verklebt oder in dieser Stellung verschweißt werden. Es ist außerdem notwendig, in dieser Stufe Vorkehrungen für einen Gieß-
 40 einlauf und -auslauf zu schaffen und diese mit dem Duplikat zu verbinden, damit später beim Guß das Metall in die Form einfließen kann.

Nunmehr wird das gesamte Duplikat 18 in einer weiteren geteilten Form mit den Formhälften 19 und 20 gehalten. Diese Form besitzt gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine einfache Rechteckausbildung. Es ist jedoch klar, daß erforderlichenfalls die Form abweichen kann, um die Eigenschaften des dadurch erzeugten Keramikblocks nutzbar zu machen. Es sind
 50 keine Haltemittel für das Duplikat 18 eingesetzt, es ist jedoch klar, daß diese durch bekannte Verfahren hergestellt werden können.

In dem Raum zwischen dem Duplikat 18 und den Formhälften 19 und 20 wird unter Druck ein flüssiges Keramikmaterial jener Art eingespritzt, wie dieses normalerweise zur Herstellung von Kernen für das Gießverfahren mit verlorenem Wachs benutzt wird. Bei 21 ist schematisch ein Kolbendruckmechanismus für diesen Zweck dargestellt. Da das Einspritzen unter Druck stattfindet, fließt das Keramikmaterial nicht nur um die Außenseite des Duplikats 18 sondern auch in die Hohlkörper, wobei dieses Einfüllen von einem Ende des Schaufelprofile oder von beiden Enden her erfolgt. Auf

diese Weise wird ein vollständiges rechteckiges Volumen aus Keramikmaterial erzeugt, in dem das entfernbare Duplikat 18 eingebettet liegt. Es ist nunmehr notwendig, das Keramikmaterial erstarren zu lassen und daß hierfür benutzte Verfahren hängt wiederum von dem gewählten Material ab. Normalerweise besteht das Material aus einem Brei aus Geschirrtton mit Wasser und einem Kunstharzbinder. Wenn der Kunstharzbinder ein Duroplast ist, ist es notwendig, den Block zu erhitzen, um eine anfängliche Erstarrung zu bewirken. Stattdessen kann man den Block einfach während einer vorbestimmten Zeitdauer aushärten lassen oder man kann ihn austrocknen lassen, indem Wasser durch die porösen Formhälften 19 und 20 austritt.

Wenn die beiden Hälften 19 und 20 getrennt werden, dann verbleibt ein Keramikblock 22 mit dem eingebetteten Duplikat 18 und mit einstückig damit verbundenen Innenteilen 23, die im Endprodukt die Hohlräume bilden. Außerdem sind im Keramikmaterial die Silikarohre 17 eingebettet und ebenso das Zulauf- und Ablaufsystem.

Der so gebundene Keramikblock 22 muß nun in der üblichen Weise gebrannt werden, um ein widerstandsfähiges Material zu erhalten. Bei diesem Brennprozeß kann, falls das Duplikat 18 aus thermoplastischem Material besteht, dieses Material gleichzeitig ausgeschmolzen werden, so daß es aus dem Block 22 über Löcher bzw. Kanäle des Eingußsystems bzw. des Ablaufsystems ausfließt. Nach dem Brennen hat der Block 22 aus hartem Keramikmaterial die Form gemäß Fig. 4, d. h. es ist ein Formhohlraum 24 vorhanden, dessen Form und Größe dem herzustellenden Gußstück entspricht und die Abschnitte 23, die Hohlräume in dem fertigen Gußkörper bilden, sind einstückig mit dem übrigen Teil des Blocks verbunden und bestehen aus dem gleichen Material. Außerdem sind die Rohre 17 dicht in dem Keramikmaterial über ihre vorstehenden Enden eingebettet.

Die nächste Stufe besteht darin, den Hohlraum 24 mit dem Metall auszugießen, das dann den Gußkörper bildet. Es ist klar, daß es notwendig sein kann, den Block 22 vorzuheizen, und das flüssige Metall wird über die Zulaufkanäle eingeleitet. Wenn der Gußkörper erstarrt ist, dann braucht nur noch das Keramikmaterial 22 mit den Silikarohren 17 entfernt zu werden. Dies kann durch bekannte Verfahren bewirkt werden, aber es ist wahrscheinlich, daß jener Teil des Blockes außerhalb des Gußkörpers mechanisch entfernt wird, während die Rohre 17 und die inneren Abschnitte 23 auf chemischen Wege entfernt werden.

Fig. 5 zeigt die Gestalt, die der fertige Gußkörper nunmehr aufweist. Durch dieses Herstellungsverfahren ergibt sich eine Anzahl von Vorteilen. Da die dünnen Wände 25 und 26 des fertigen Gußstückes formschlüssig vorher durch das Spritzgußverfahren mittels des entfernbaren Körpers hergestellt sind, ergibt sich nicht das Problem loser Kerne, die versetzt sein können und Fehler in der Wandstärke hervorrufen können. Weil der Block 22 aus einem homogenen Material besteht, gibt es keine differentiellen Ausdehnungen zwischen Kern und Umhüllung, die berücksichtigt werden müßten, obgleich es erforderlich sein kann, aus Gründen des Wärmefflusses sorgfältig vorher die Dicke der verschiedenen Abschnitte des Blockes zu bestimmen. Der entfernbare Ausgangskörper kann mit sehr hoher Genauigkeit hergestellt werden und er kann auch eine sehr komplexe Gestalt auf der Oberseite besitzen und es ist daher möglich, einen komplizierten Innenaufbau des Gußstückes zu erreichen, ohne Kosten für eine getrennte Her-

stellung aufwenden zu müssen. Die Herstellungsschwierigkeiten, die einem normalen Hohlkörperguß eigen sind, führen daher mit geringerer Wahrscheinlichkeit zu Einschlüssen des fertigen Gußstückes, die ihrer Ursache in einem Aufbrechen der Form haben, und es besteht auch nur eine geringere Gefahr, daß die Kerne brechen, weil sie im normalen Wachsspritzverfahren hergestellt sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere geeignet zur Herstellung von Hohl-schaufeln für Gasturbinen-triebwerke, die einen komplizierten Aufbau besitzen und auch bezüglich ihrer hohlen Abschnitte genau bemessen sein müssen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch auch anwendbar für andere Hohlkörper und es kann zur Herstellung von Gegenständen mit sehr kleinen Innenräumen benutzt werden, weil durch den Einspritzdruck des Keramikmaterials auch eine Strömung des Keramikmaterials in kleine Öffnungen leichter bewirkt werden kann als dies der Fall ist, wenn zur Herstellung der Form Überzugsverfahren benutzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung hohler Gußkörper, insbesondere Hohl-schaufeln für Gasturbinenstrahltriebwerke, dadurch gekennzeichnet, daß ein Duplikat (18) des herzustellenden Gußkörpers in entfernbarem Material hergestellt wird, daß im Spritzgußverfahren um das Duplikat (18) herum und in dieses hinein ein Keramikmaterial im flüssigen Zustand eingespritzt wird, daß man das Keramikmaterial erstarren läßt, daß das entfernbare Duplikat aus der erstarrten Keramikform (22) entfernt wird und einen Hohlraum (24) beläßt, daß dieser Hohlraum (24) mit geschmolzenem Metall ausgegossen wird, daß man dieses Metall erstarren läßt und daß der Keramikkörper von dem gegossenen Gegenstand entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Duplikat (18) des herzustellenden Gußkörpers durch ein Spritzgußverfahren hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Spritzgußverfahren mehrere getrennte Stücke (12, 15) aus dem entfernbaren Material hergestellt werden und daß diese Stücke (12, 15) miteinander verbunden werden, um das Duplikat (18) zu erzeugen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung durch Verschweißen bewirkt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung durch Kleben bewirkt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Einsätze (17) in die Wände des hohlen Duplikates (18) eingeführt werden, bevor die Keramikmasse eingespritzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einsätze (17) aus Keramikrohren bestehen.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikform (22) nach Erstarrung gebrannt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das entfernbare Material aus einem Thermoplast besteht.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß das entfernbare Material Wachs ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 3.

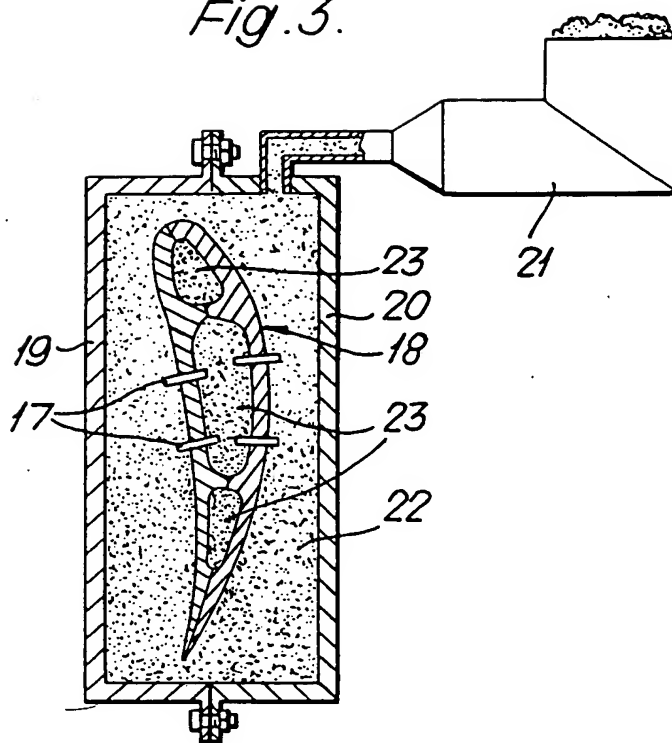


Fig. 4.

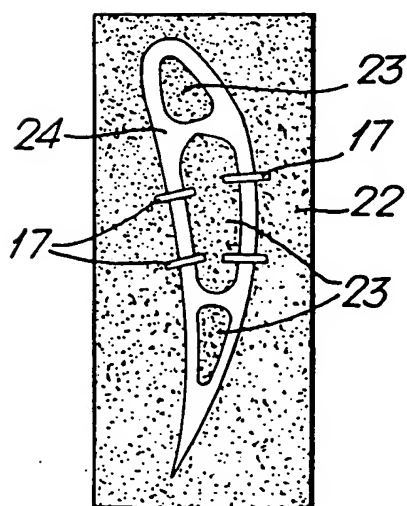


Fig. 5.

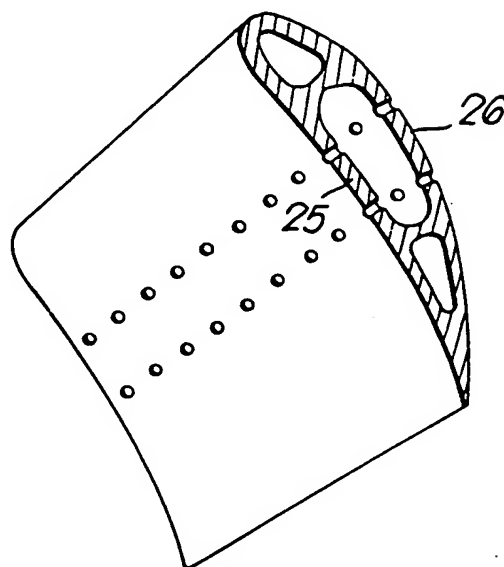


Fig. 1.

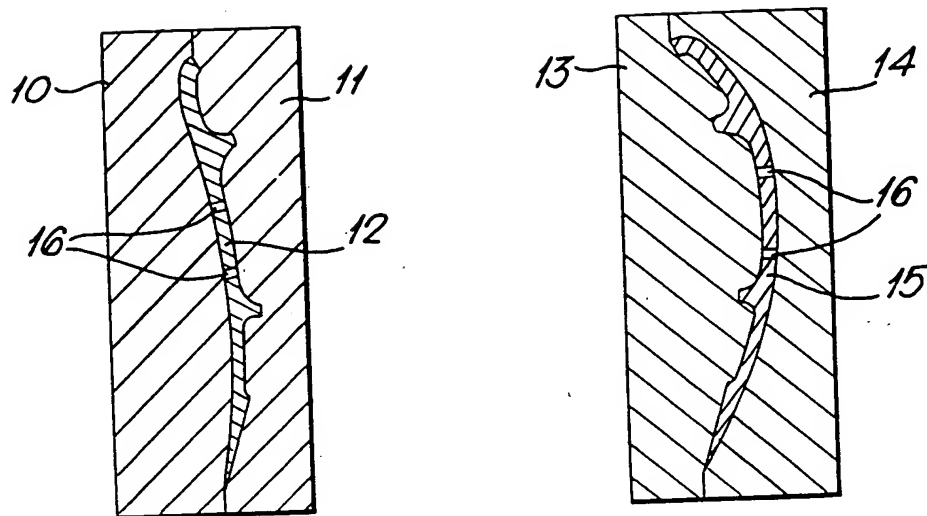


Fig. 2.

